

09/89

PCT/EP00/00894

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 05 APR 2000

WIPO PCT

#3/Priority
Hawkins
11/15/01

EP 00/894
EJU

Bescheinigung

Die ZF FRIEDRICHSHAFEN AG in Friedrichshafen/Deutschland hat eine
Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Elektrische Maschine"

am 10. Februar 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüngli-
chen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
H 02 K 9/02 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 17. März 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 199 05 540.8

Volmer

Elektrische Maschine

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine insbesondere als Elektromotor zum Antreiben von Fahrzeugen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Maschinen sind häufig Asynchronmaschinen, die mit einem Stator und einem in dem Stator vorgesehenen Rotor ausgebildet sind. Der Rotor wird als Kurzschlußläufer ausgebildet und besteht vorzugsweise aus elektrisch leitfähigem Aluminium, das in Form eines Druckgusses zum Rotor geformt wird. Das Aluminium wird bei der Herstellung in die vom Blechpaket des Rotors gebildeten Nuten eingegossen und an den Stirnseiten des Rotors werden die Aluminiumstränge aus den jeweiligen Nuten zu einem Ring zusammengeschlossen und damit kurzgeschlossen (Kurzschlußkäfig). Die Asynchronmotoren sind vorwiegend hoch ausgenutzte Motoren, deren Wärmeentwicklung eine optimierte Kühlung verlangen.

20

Eine derartige elektrische Maschine ist beispielsweise aus der EP 0 484 548 B1 bekannt. Die verwendeten elektrischen Maschinen weisen einen innenliegenden Rotor mit Rotorwelle und Rotorblechpaket und einen außenliegenden Stator auf. Die elektrische Maschine ist mit dem Kühlkreislauf des Fahrzeuges verbunden.

25

Ein besonderes Problem bei der Kühlung derartiger elektrischer Maschinen besteht in der Lagerung der Rotorwelle und in deren Dichtungen. Die von der Rotorwelle auf die Lager übertragenen Temperaturen führen zu Beschädigungen an den Lagern und damit nach kurzer Zeit zum Ausfall der Maschine. Wegen hoher Temperaturen in der Motorwelle entstehen in der

30

Lagerung hohe Differenztemperaturen zwischen Lagerinnenring und Lageraußenring.

5 Gleichzeitig ist der Transport eines Kühlmediums in der elektrischen Maschine durch die baulich bedingte räumliche Begrenzung erschwert, wodurch die anfallenden Temperaturen insbesondere bei hoch ausgenutzten Maschinen nur schwer aus der Maschine abgeführt werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Maschine aufzuzeigen, die einen verbesserten Transport des Kühlmediums ermöglicht und die Lagerung der Maschine vor Beschädigungen schützt.

15 Die Aufgabe wird gelöst durch die Erfindung mit den Merkmalen von Anspruch 1. Ausgestaltungen des erfinderischen Gedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

20 Die von elektrischen Maschinen erzeugte Wärme muß zur Kühlung der Maschine an ein Kühlmedium abgegeben werden, daß mit der Maschine in Verbindung bringbar ist. Ein vorteilhaftes Kühlmedium stellt die Luft dar, die ihrerseits mit geeigneten Mitteln wieder rückgekühlt wird oder sich gegen andere Luft austauscht. Luft ist ein hervorragender
25 Isolator, so daß in der elektrischen Maschine keine besonderen elektrischen Isolationen durchgeführt werden müssen, um die verschiedenen Bauteile der Maschine gegen Kurzschlußprobleme zu schützen, die im Zusammenhang mit dem Kühlmedium auftreten könnten. Um das Kühlmedium in der Ma-
30 schine sicher zu führen, müssen mögliche Strömungshindernisse weitestgehend vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird in einer elektrischen Maschine, die einen außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor, ein Rotorblechpaket und eine mit dem Rotorblechpaket drehfest verbundene Rotorwelle auf-
5 weist, der Rotor hohl ausgebildet und in dem Bereich zwischen Rotorblechpaket und Rotorwelle ein Kühlmedium hindurch geführt. Dazu kann die Rotorwelle unmittelbar im Rotorblechpaket drehfest angeordnet sein oder es kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung zwischen dem Rotorblechpaket und der Rotorwelle eine hohle Zwischenwelle vorgesehen sein, auf der das Rotorblechpaket angeordnet ist. Eine andere Ausgestaltung zeigt die Rotorwelle als eine Stegwelle, die an ihrem Umfang eine Anzahl von Stegen aufweist.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind Mittel zwischen
15 der Rotorwelle und der Zwischenwelle bzw. dem Rotorblechpaket vorgesehen zur Förderung des Kühlmediums. Dazu weist in einer Ausgestaltung die Rotorwelle Stege auf, die in Form von Leitrad-schaukeln ausgebildet sind.

20 Eine Ausgestaltung zeigt die Rotorwelle in Form eines Schneckenförderers ausgebildet. Eine weitere Ausgestaltung weist zwischen der Rotorwelle und der Zwischenwelle bzw. dem Rotorblechpaket wenigstens eine Lüftereinrichtung auf.

25 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung zeigt die Rotorwelle mit Lüftereinrichtungen an wenigstens einem ihrer axialen Enden zur Vergrößerung des Fördervolumens oder des Förderdruckes des Kühlmediums. Bei einer Ausgestaltung stellen die Lüftereinrichtungen am Ende der Rotorwelle ein
30 Lüfterrad dar.

In einer Ausgestaltung ist die Rotorwelle als separates Gesenkschmiedeteil oder Feingußteil gefertigt und in die hohle Zwischenwelle bzw. das Rotorblechpaket zur Erreichung eines Preßsitzes eingepreßt. Dabei ist die Rotorwelle
5 in einer vorteilhaften Ausgestaltung aus einem schlecht wärmeleitenden Material hergestellt, vorzugsweise aus einem hochlegierten Stahl oder aus Titan.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung stoßen die Rotorwelle und die hohle Zwischenwelle bzw. das Rotorblechpaket zur Bildung kleiner Wärmeübergangsflächen nur an nahezu linienförmigen Berührungflächen aneinander an. Dabei ist in einer Ausgestaltung zur Bildung einer Rotorwelle, die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle bzw. dem
15 Rotorblechpaket vorbeiführen läßt bei gleichzeitiger ausreichender Stabilität, der Querschnitt der Rotorwelle in der Form eines Sterns mit vier Zacken ausgebildet. In einer weiteren Ausgestaltung ist zur Bildung einer Rotorwelle, die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle
20 bzw. dem Rotorblechpaket vorbeiführen läßt und zur Bildung einer großen Wärmeübergangsfläche bei gleichzeitiger hoher Aufnahme von Spannungsenergie, die Rotorwelle in der Form von drei sichelförmigen Stegen ausgebildet.

25 Eine weitere Ausgestaltung weist Elemente auf zur Unterstützung einer drallfreien Zuführung des Kühlmediums zum Rotor. In einer Ausgestaltung sind die Stege unterbrochen und liegen nicht auf ihrer gesamten Länge an der Hohlwelle an.

30

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Wärmetauscher in die elektrische Maschine integriert. Der Wärmetauscher kann Kühlrohre aufweisen, die den Stator um-

geben und die Kühlrohre können zur Wärmeübertragung mit Kühlrippen in Verbindung stehen. In den Kühlrippen können Kühlrohre vorgesehen sein, die mit den Kühlrohren, die den Stator umgeben, verbindbar sind und diese Kühlrohre in den
5 Kühlrippen können in einer Ausgestaltung unter einem Winkel zu den Kühlrohren montiert sein, die den Stator umgeben. Eine Ausgestaltung zeigt die Kühlrippen in einem separaten Bauteil angeordnet, das in Form einer Kühlwanne an die elektrische Maschine montierbar ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung verwendet Luft als Kühlmedium.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher beschrieben.
15 Es zeigen:

- Fig. 1 eine elektrische Maschine mit sternförmiger Stegwelle;
- 20 Fig. 2 einen Schnitt durch Stegwelle und Rotorwelle nach Fig. 1;
- Fig. 3 einen Schnitt durch den Wärmetauscher nach Fig. 1;
- Fig. 4 eine elektrische Maschine mit sichelförmiger Stegwelle;
- 25 Fig. 5 einen Schnitt durch Stegwelle und Blechpaket nach Fig. 4;
- Fig. 6 eine elektrische Maschine mit Lüftereinrichtung in der Rotorwelle;
- 30 Fig. 7 einen Schnitt durch Stegwelle und Rotorwelle nach Fig. 6;
- Fig. 8 eine elektrische Maschine mit schneckenförmiger Stegwelle;

- Fig. 9 einen Schnitt durch den Wärmetauscher mit Kühlwanne;
Fig. 10 einen weiteren Schnitt durch den Wärmetauscher mit Kühlwanne;
5 Fig. 11 einen Schnitt durch die Kühlwanne nach Fig. 9 und
Fig. 12 einen Schnitt durch die Kühlwanne nach Fig. 10.

Die Fig. 1 zeigt eine elektrische Maschine 2 mit einer Rotorwelle 4, die in einer ersten Lagerung 6 und in einer zweiten Lagerung 8 drehbar in einem Gehäuse 10 gelagert ist. Die Rotorwelle 4 weist eine Verzahnung 11 auf, über die die elektrische Maschine 2 mit weiteren und hier nicht
15 gezeigten Elementen des Antriebsstranges zusammenwirkt. In dem Gehäuse 10 ist ein Statorblechpaket 12 angeordnet, durch das die Statorwicklung 14 hindurchragt. Mit einem geringen Luftspalt 16 beabstandet liegt radial innerhalb des Statorblechpakets 12 ein Rotorblechpaket 18, das von
20 Metallstäben 20, vorzugsweise aus Aluminium durchdrungen wird. Eine Kappe 24 ist an dem Rotorblechpaket 18 mit Verschraubungen 22 befestigt. Alternativ können die Metallstäbe 20 auch in das Rotorblechpaket 18 in einem Druckgußverfahren eingepreßt werden. Das Rotorblechpaket 18 sitzt auf
25 einer runden, hohlen Zwischenwelle 26 auf. Innerhalb der Zwischenwelle 26 ist die Rotorwelle 4 drehfest angeordnet, beispielsweise mit Preßsitz eingepreßt. Die Rotorwelle 4 kann jedoch unmittelbar in das Rotorblechpaket 18 eingepreßt sein. Die Rotorwelle 4 weist vier Stege 28 auf, die
30 in der Form eines Sternes angeordnet sind (siehe Fig. 2). Die Stege 28 weisen in der hier gezeigten Anordnung Aussparungen 29 auf, so daß die Stege 28 nicht auf ihrer vollen Länge an der Innenwand der hohlen Zwischenwelle 26 anlie-

gen. In den Zwischenräumen 30 zwischen den Stegen 28 kann ein erstes Kühlmedium, vorzugsweise Luft, durch die Zwischenwelle 26 bzw. das Rotorblechpaket 18 gefördert werden. Dazu ist an einem axialen Ende des Rotorblechpaketes 18 ein Lüfterrad 32 angeordnet, das eine Strömung des Kühlmediums hervorruft. An dem anderen axialen Ende des Rotorblechpaketes 18 ist ein Blechring 34 vorgesehen, der das durch einen Wärmetauscher 36 strömende Kühlmedium drallfrei in Richtung auf die Rotorwelle 26 leitet. Der Wärmetauscher 36 weist Kühlrippen 38 (siehe Fig. 3) auf, die das Kühlmedium durchströmt und die in der hier gezeigten Ausgestaltung von dem Gehäuseteil 40 gebildet werden. Die Kühlrippen 38 sind nach außen von einem Deckel 42 begrenzt, der an das Gehäuseteil 40 angeschraubt ist.

15 In dem Gehäuseteil 40 sind Kühlrohre 44 vorgesehen, durch die ein zweites Kühlmedium strömt. Die vom ersten Kühlmedium im Wärmetauscher 36 über die Kühlrippen 38 auf die Kühlrohre 44 übertragene Wärme wird vom zweiten Kühlmedium von der elektrischen Maschine 2 wegtransportiert. Gleichzeitig kann vom Statorblechpaket 12 Wärme auf die Kühlrohre 44 übertragen werden, wodurch eine Kühlung des Statorblechpaketes 12 erfolgt.

25 In der in Fig. 4 gezeigten Anordnung weist die elektrische Maschine 2 eine Rotorwelle 4 auf, die drei sichelförmig gebogene Stege 46 besitzt. Die sichelförmig geschwungene Form der Stege 46 erlaubt ein hohes Arbeitsvermögen bezüglich der aufzunehmenden Spannungsenergie beim Einpreßvorgang der Stegwelle 4 in das Blechpaket 18. Dabei können Setzungen und Fertigungstoleranzen egalisiert bzw. aufgefangen werden.

30 Die Kühlrohre 48 sind in der hier gezeigten Ausführungsform mit einem rechtwinkligen Querschnitt versehen. Die Lage-

rung 50, die hier als Rollenlager ausgeführt ist, weist hinter einer Kappe 52 ein Fettdepot auf.

5 In der Fig. 6 befinden sich innerhalb der Zwischenwelle 26 keine Stege, sondern Lüftereinrichtungen 54, wobei in der hier gezeigten Anordnung an jedem axialen Ende der Zwischenwelle 26 eine Einrichtung 54 vorgesehen ist. Der Innenring 56 der Lüftereinrichtung 54 ist über eine Verzahnung 58 drehfest mit der Rotorwelle 4 verbunden (siehe Fig. 7). Der Außenring 60 ist über eine Verzahnung 62 drehfest mit der Zwischenwelle 26 verbunden. Die Flügel 64 der Lüftereinrichtung 54 transportieren das erste Kühlmedium, auch hier vorzugsweise Luft, durch die hohle Zwischenwelle 26 bzw. das Rotorblechpaket 18. Die Berührungsflächen
15 zum Wärmeübergang zwischen Zwischenwelle 26 und Rotorwelle 4 sind hier sehr begrenzt.

Die in der Fig. 8 gezeigte Ausführungsform weist eine Rotorwelle 4 auf, die wie ein Schneckenförderer geformt
20 ist. Die Stege sind schneckenförmig gewunden und können so bei Rotation das erste Kühlmedium durch die hohle Zwischenwelle 26 fördern. Auch hier beschränkt sich die Berührungsfläche zwischen der Zwischenwelle 26 und der Rotorwelle 4 auf quasi linienförmige Berührungsflächen entlang der Stege, so daß der Wärmeübergang weitgehend gering gehalten
25 werden kann. Gleichzeitig kann wie bei allen vorher beschriebenen Ausführungsformen das Material der Rotorwelle 4 so gewählt sein, daß eine schlechte Wärmeleitung erzielt wird. Als derartige Materialien eignen sich insbesondere
30 hochlegierte Stähle oder Titan.

In den Fig. 9 bis Fig. 12 werden unterschiedliche Ausgestaltungen des Wärmetauschers 36 beschrieben.

In der Fig. 9 sind die Kühlrohre 44 so angeordnet, daß sie nur über einen Teil ihres Umfanges im Gehäuseteil 40 eingebettet sind. Der andere Teil des Umfanges strahlt die vorhandene Wärme in Richtung auf die Kühlrippen 38 ab, die in einer Kühlwanne 66 angeordnet sind, die wiederum von außen gekühlt wird. Die Kühlwanne 66 ist mit dem Gehäuse 10 verbunden. Die Fig. 11 zeigt einen Schnitt durch den Wärmetauscher 36 nach Fig. 9. Die Kühlrohre 44 ragen bis nahe an die Kühlrippen 38 heran, so daß die Wärme gut aufgenommen werden kann. Mit Verschraubungen 68 ist die Kühlwanne 66 an das Gehäuse 10 angeschraubt.

Auch in der Fig. 10 sind die Kühlrohre 44 so angeordnet, daß sie nur über einen Teil ihres Umfanges im Gehäuseteil 40 eingebettet sind. Der andere Teil des Umfanges strahlt die vorhandene Wärme in Richtung auf die Kühlrippen 38 ab, die in einer Kühlwanne 66 angeordnet sind. Die Kühlwanne 66 ist mit dem Gehäuse 10 verbunden. Mit den Kühlrohren 44 sind hier in Strichen dargestellte Kühlrohre 70 verbunden, die sich innerhalb des Bereichs der Kühlrippen 38 befinden und diese durchdringen und die die Kühlrohre 44 unter einem Winkel von 90° kreuzen. Dabei durchziehen die Kühlrohre 70 vorzugsweise die Kühlrippen 38 in der Form eines Mäanders und sind am Anfang und Ende mit den Kühlrohren 44 verbunden. Die Kühlrohre 70 können auch von einem niedrig temperierten Kühlmedium durchflossen sein, das von außerhalb dem Motor zugeführt wird.

Die Fig. 12 zeigt einen Schnitt durch den Wärmetauscher 36 nach Fig. 10. Die Kühlrohre 44 ragen bis nahe an die Kühlrippen 38 heran, so daß die Wärme gut aufgenommen werden kann. Die Kühlrippen 38 bilden hier einen separaten Kühler 72, der in der Kühlwanne 66 angeordnet ist. Die Kühlrippen 38 sind von den Kühlrohren 70 durchzogen, wobei

die Strömung des zweiten Kühlmediums in je zwei nebeneinander liegenden Kühlrohren 70 jeweils in die entgegengesetzte Richtung erfolgt. Mit Verschraubungen 68 ist die Kühlwanne 66 an das Gehäuse 10 angeschraubt.

5

Rotor und Stator können in kompakter Bauweise ausgeführt werden und damit eine hohe Ausnutzung der Maschine erreicht werden. Die elektrischen Leistungsdaten des Rotors werden in der erfindungsgemäßen Maschine nicht beeinflusst. Die Luftansaugung in der Nähe der Wellenmitte ist für die Druckerzeugung der Lüftung von Vorteil.

Bezugszeichen

	2	elektrische Maschine	58	Verzahnung
5	4	Rotorwelle	60	Außenring
	6	Lagerung	62	Verzahnung
	8	Lagerung	64	Flügel
	10	Gehäuse	66	Kühlwanne
	11	Verzahnung	68	Verschraubung
	12	Statorblechpaket	70	Kühlrohr
	14	Statorwicklung	72	Kühler
	16	Luftspalt		
	18	Rotorblechpaket		
	20	Metallstab		
15	22	Verschraubung		
	24	Kappe		
	26	Zwischenwelle		
	28	Steg		
	29	Aussparung		
20	30	Zwischenraum		
	32	Lüfterrad		
	34	Blechring		
	36	Wärmetauscher		
	38	Kühlrippe		
25	40	Gehäuseteil		
	42	Deckel		
	44	Kühlrohr		
	46	Steg		
	48	Kühlrohr		
30	50	Lagerung		
	52	Kappe		
	54	Lüftereinrichtung		
	56	Innenring		

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektrische Maschine (2) mit einem außenliegenden
5 Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor,
der ein Rotorblechpaket (18) und eine mit dem Rotorblechpa-
ket (18) drehfest verbundene Rotorwelle (4) aufweist, da-
durch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Rotor hohl
ausgebildet ist und in dem Bereich zwischen Rotorblechpa-
ket (18) und Rotorwelle (4) ein Kühlmedium hindurch geführt
werden kann.

2. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen dem Rotor-
15 blechpaket (18) und der Rotorwelle (4) eine hohle Zwischen-
welle (26) vorgesehen ist, auf der das Rotorblechpaket (18)
angeordnet ist.

3. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1 oder 2,
20 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Rotorwel-
le (4) als eine Stegwelle ausgebildet ist, die an ihrem
Umfang eine Anzahl von Stegen (28, 46) aufweist.

4. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1
25 bis 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Rotorwelle (4) an wenigstens einem ihrer axialen Enden Lüf-
tereinrichtungen (32) aufweist zur Vergrößerung des Förder-
volumens oder des Förderdruckes des Kühlmediums.

30 5. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1
bis 4, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Lüftereinrichtungen (32) am Ende der Rotorwelle (4) als ein
Lüfterrad ausgebildet ist.

5 6. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Rotorwelle (4) und der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) wenigstens eine Lüftereinrichtung (54) vorgesehen ist zur Förderung des Kühlmediums.

7. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) Stege (28, 46) aufweist, die in Form von Leitradschaukeln ausgebildet sind.

15 8. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) in Form eines Schneckenförderers ausgebildet ist.

20 9. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (2) und die hohle Zwischenwelle (26) bzw. das Rotorblechpaket (18) zur Bildung kleiner Wärmeübergangsflächen nur an nahezu linienförmigen Berührungsflächen aneinander anstoßen.

25 10. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer Rotorwelle (4), die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) vorbeiführen läßt bei gleichzeitiger ausreichender Stabilität, der Querschnitt der Rotorwelle (4) in der
30 Form eines Sterns mit vier Stegen (28) ausgebildet ist.

11. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer Rotorwelle (4), die viel Kühlmedium zwischen sich und der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) vorbeiführen läßt und zur Bildung einer großen Wärmeübergangsfläche bei gleichzeitiger hoher Aufnahme von Spannungsenergie, die Rotorwelle (4) in der Form von drei sichelförmigen Stegen (46) ausgebildet ist.

12. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (28, 46) unterbrochen sind und nicht auf ihrer gesamten Länge an der Zwischenwelle (26) bzw. dem Rotorblechpaket (18) anliegen.

15

13. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) als separates Gesenkschmiedeteil oder Feingußteil gefertigt ist und in die hohle Zwischenwelle (26) bzw. das Rotorblechpaket (18) zur Erreichung eines Preßsitzes eingepreßt ist.

20

14. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotorwelle (4) aus einem schlecht wärmeleitenden Material hergestellt ist.

25

15. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das schlecht wärmeleitende Material ein hochlegierter Stahl ist.

30

16. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 14, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß das schlecht wärmelei-
tende Material Titan ist.

5 17. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprü-
che 1 bis 16, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß
Elemente (34) zur Unterstützung einer drallfreien Führung
des Kühlmediums vorgesehen sind.

18. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprü-
che 1 bis 17, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß
ein Wärmetauscher (36) in die elektrische Maschine (2) in-
tegriert ist.

15 19. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 18, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Wärmetauscher (36)
Kühlrohre (44, 48) aufweist, die den Stator umgeben.

20 20. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 19, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kühlrohre (44, 48)
zur Wärmeübertragung mit Kühlrippen (38) in Verbindung ste-
hen.

25 21. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 20, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kühlrippen (38) in
einem separaten Bauteil angeordnet sind, das in Form einer
Kühlwanne (66) an die elektrische Maschine (2) montierbar
ist.

30 22. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 20 oder 21,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß in den Kühl-
rippen (38) Kühlrohre (70) vorgesehen sind.

23. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 22, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kühlrohre (70) in
den Kühlrippen (38) unter einem Winkel zu den Kühlroh-
ren (44, 48) montiert sind, die den Stator umgeben.

5

24. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprü-
che 1 bis 23, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß
das Kühlmedium Luft ist.

Zusammenfassung

Elektrische Maschine

5

Es wird eine elektrische Maschine (2) mit einem außenliegenden Stator und einem innenliegenden, drehbar gelagerten Rotor vorgeschlagen, der ein Rotorblechpaket (18) und eine mit dem Rotorblechpaket (18) drehfest verbundene Rotorwelle (4) aufweist. Der Rotor ist hohl ausgebildet und in dem Bereich zwischen Rotorblechpaket (18) und Rotorwelle (4) kann ein Kühlmedium hindurch geführt werden.

15

Fig. 1

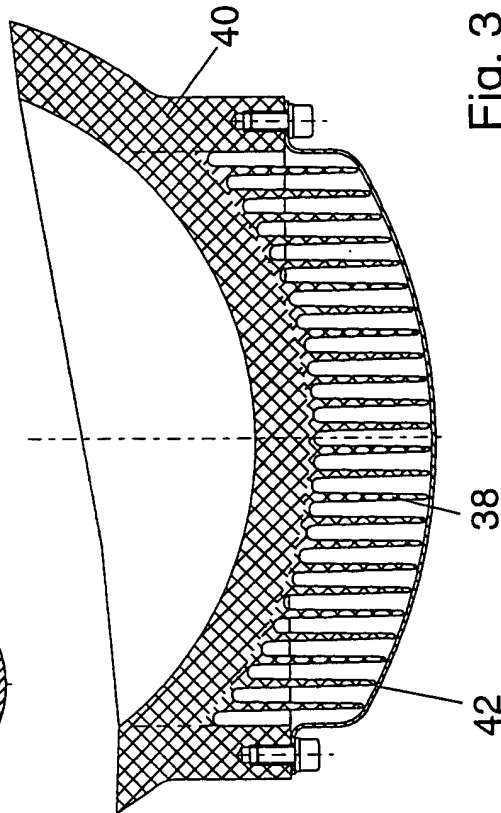
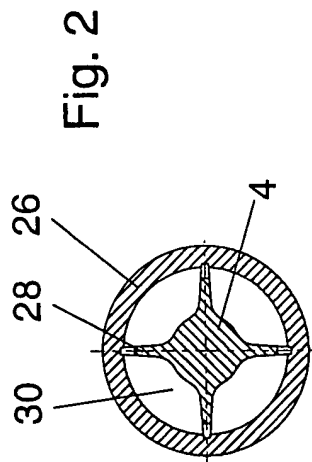
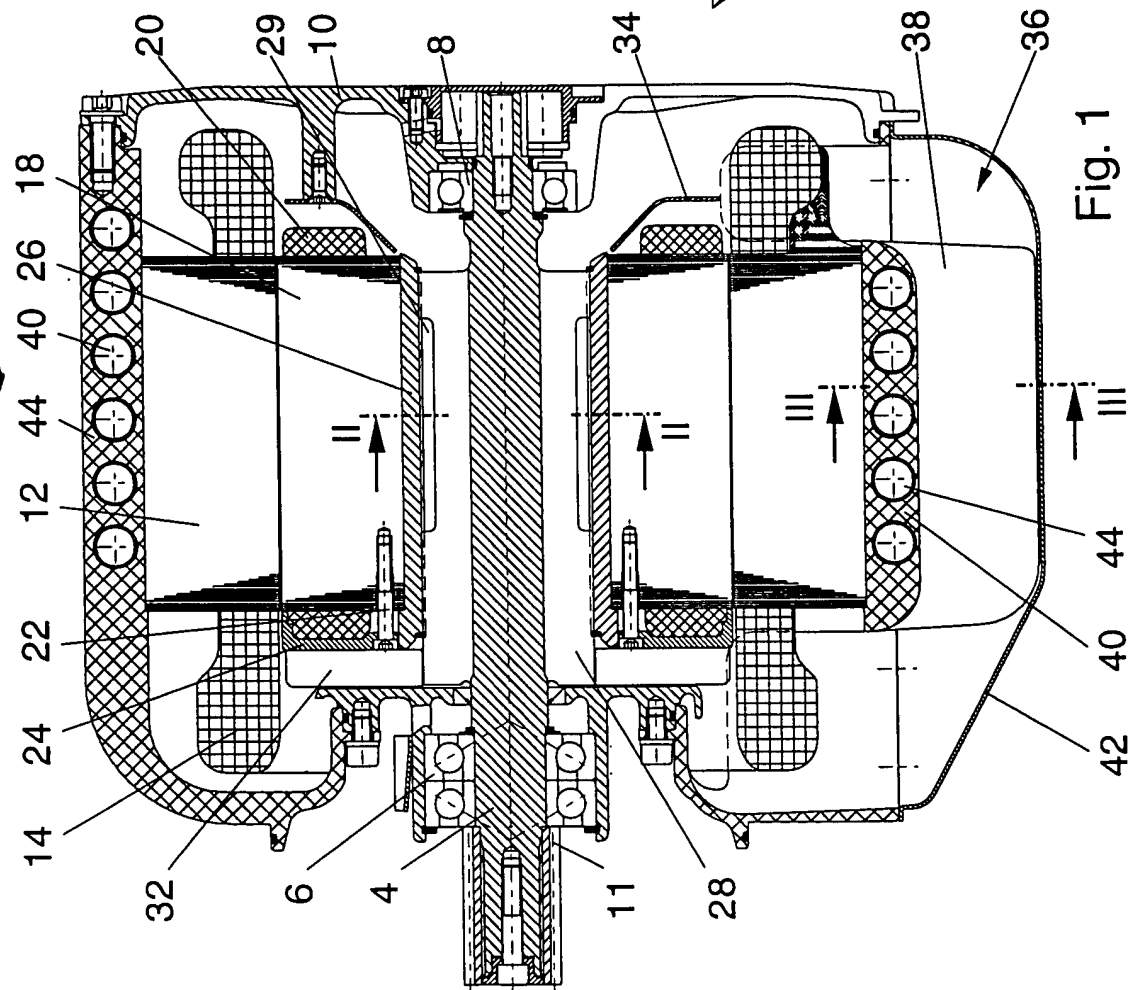
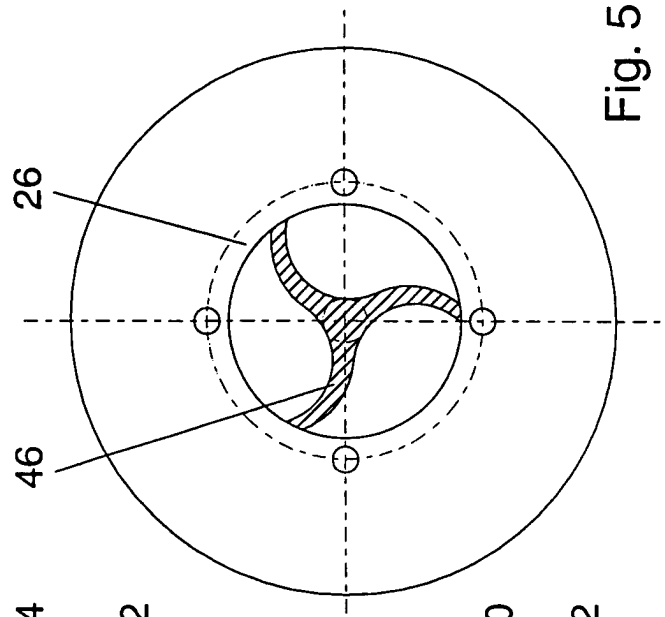
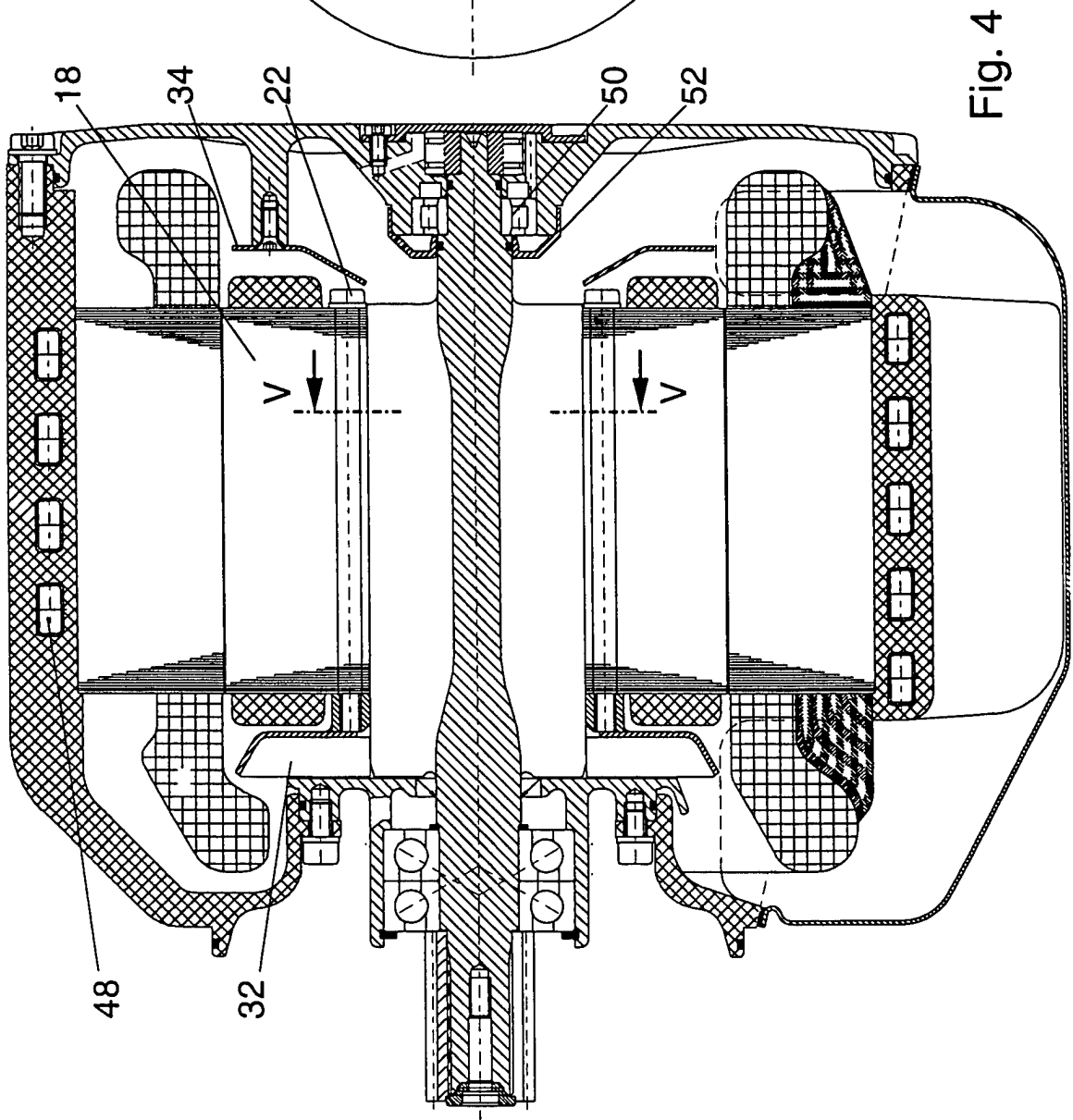


Fig. 3

Fig. 1

Fig. 2



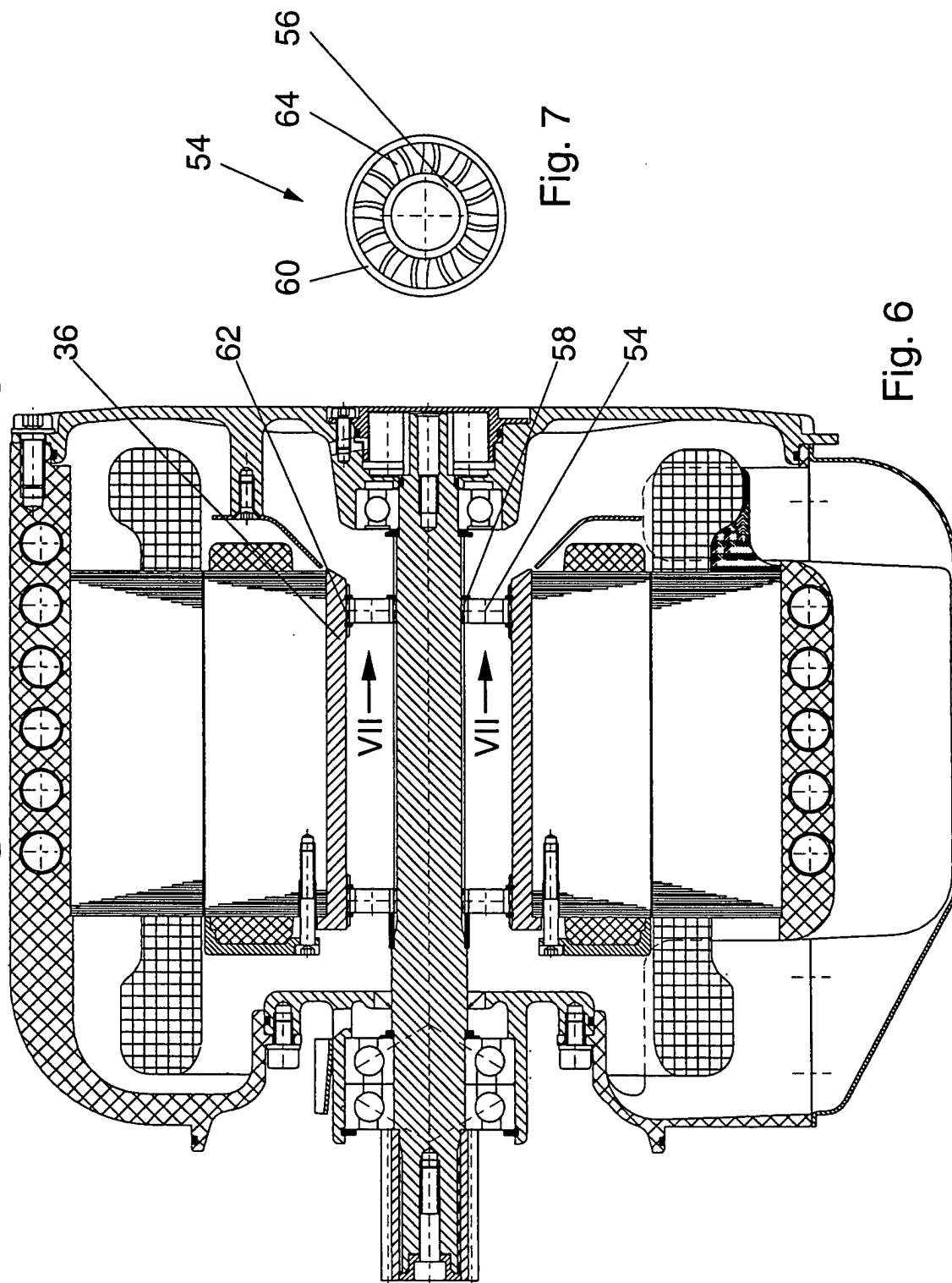
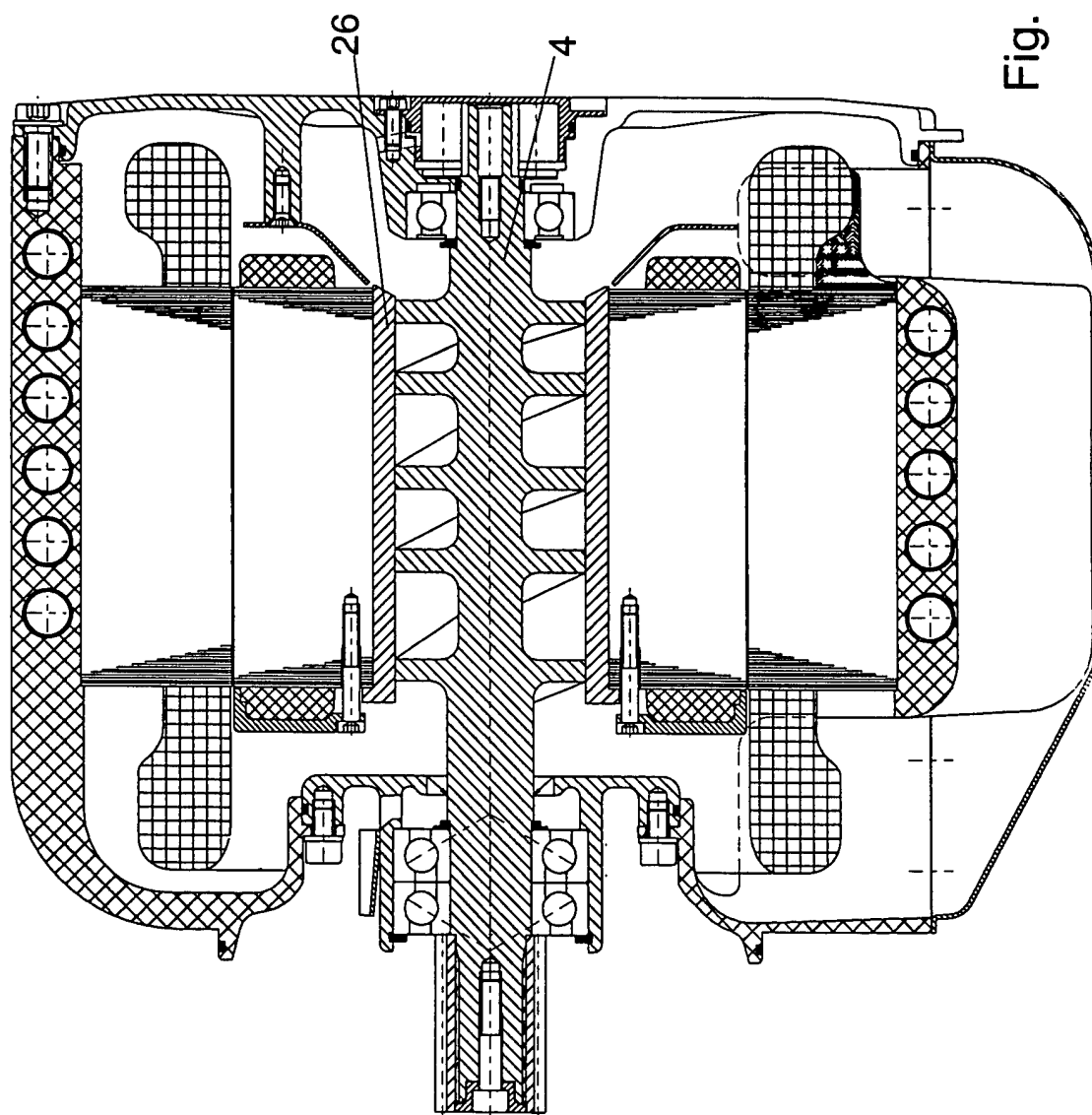
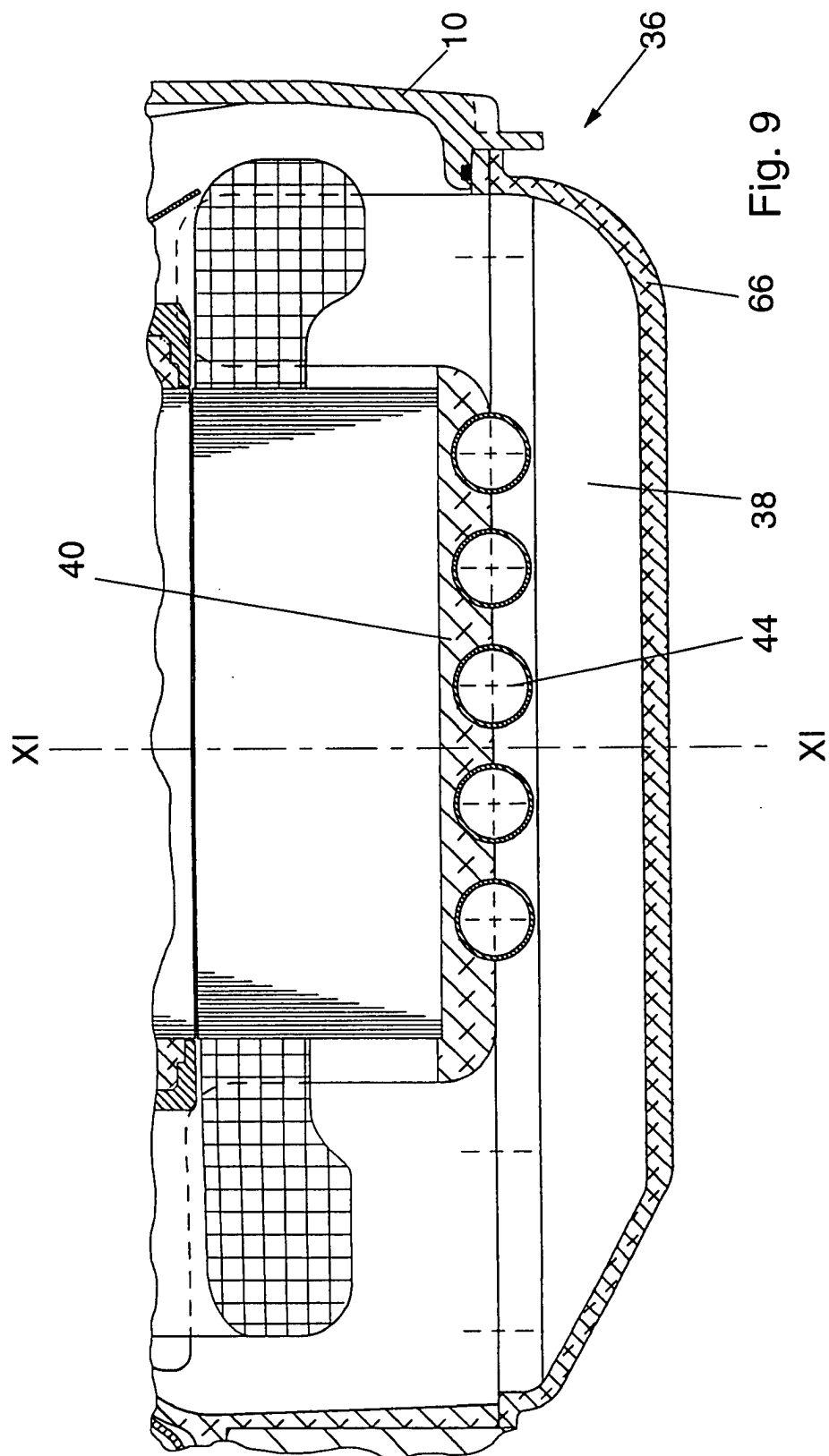
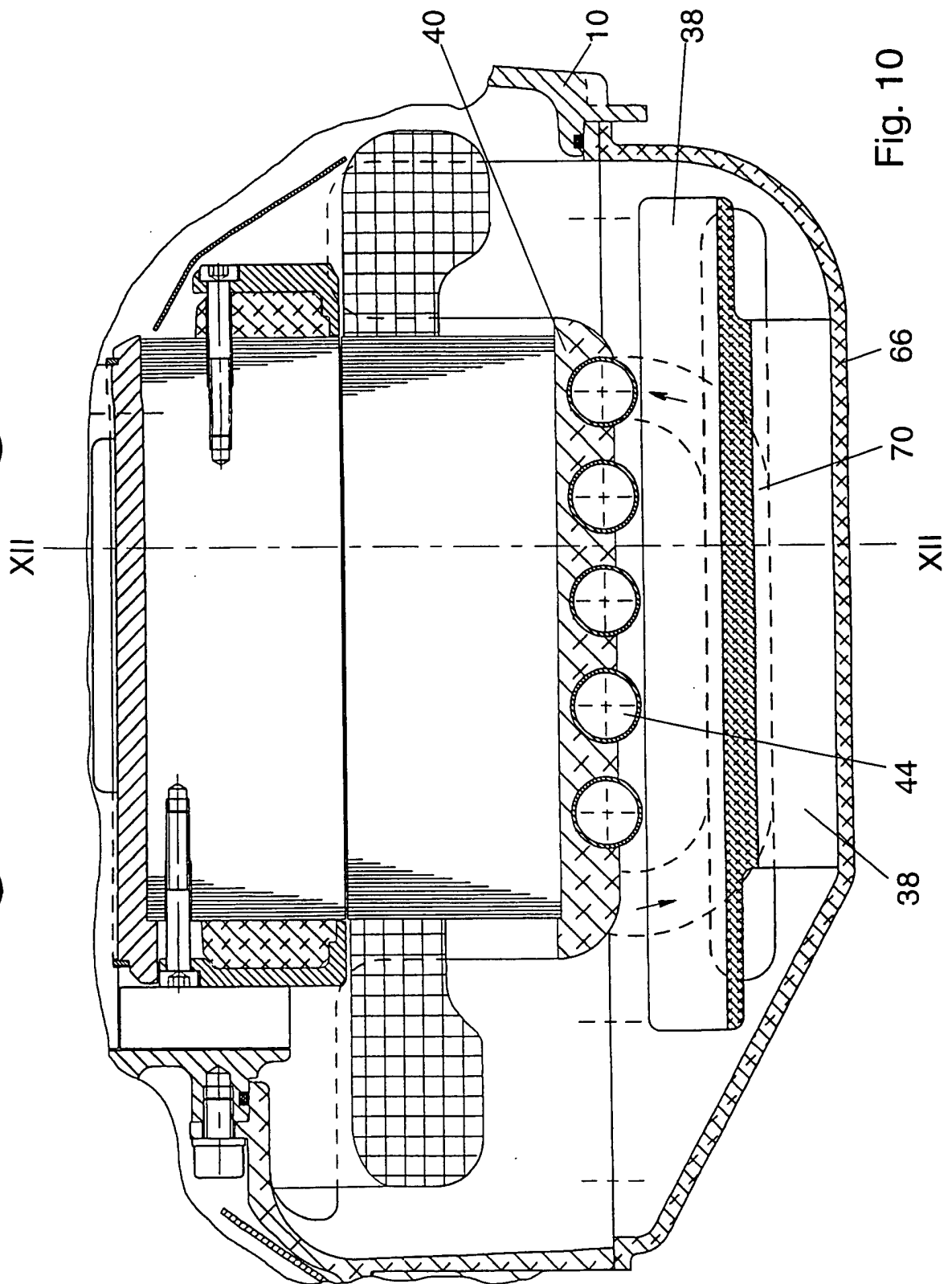


Fig. 6

Fig. 7







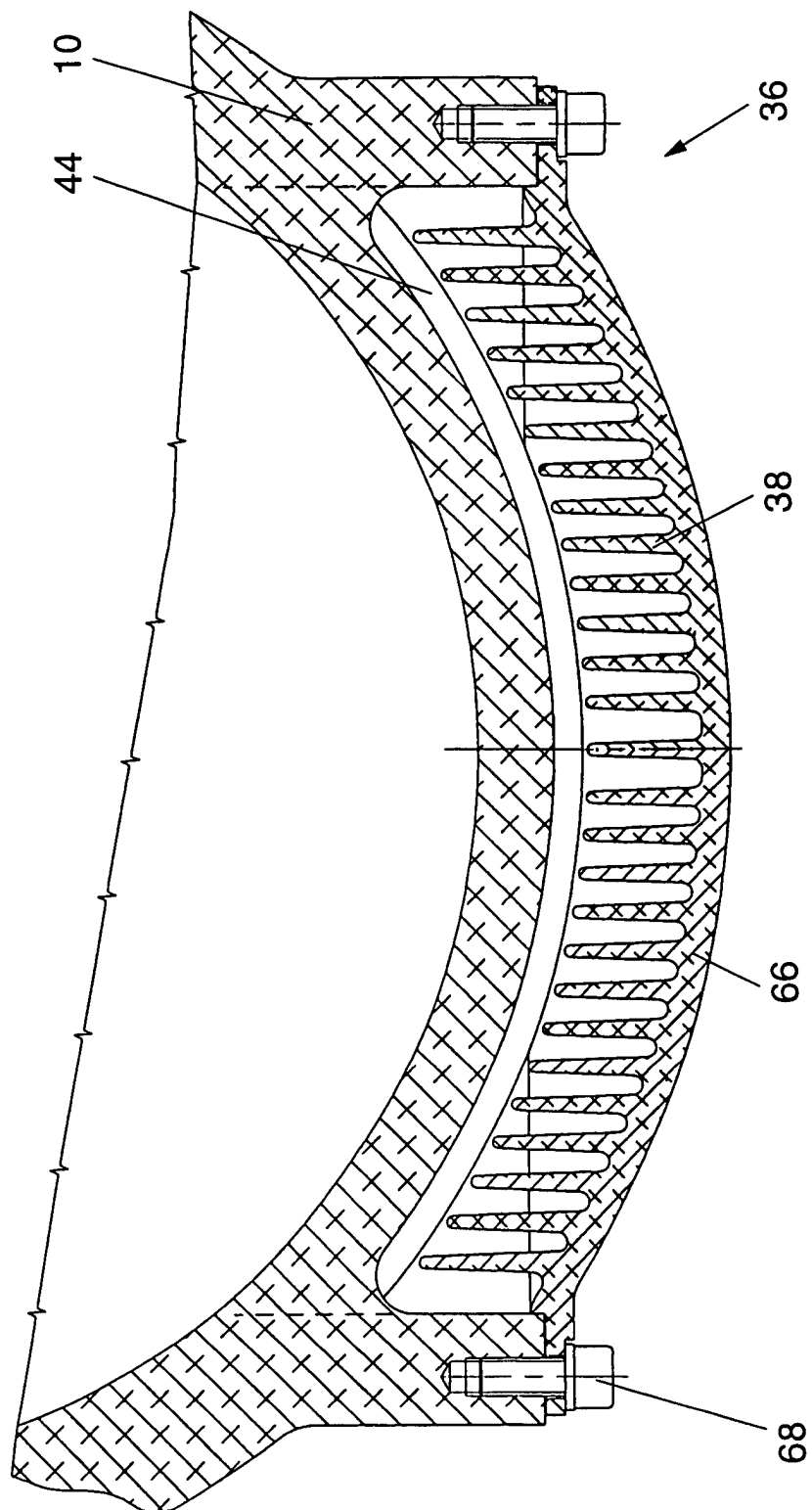


Fig. 11

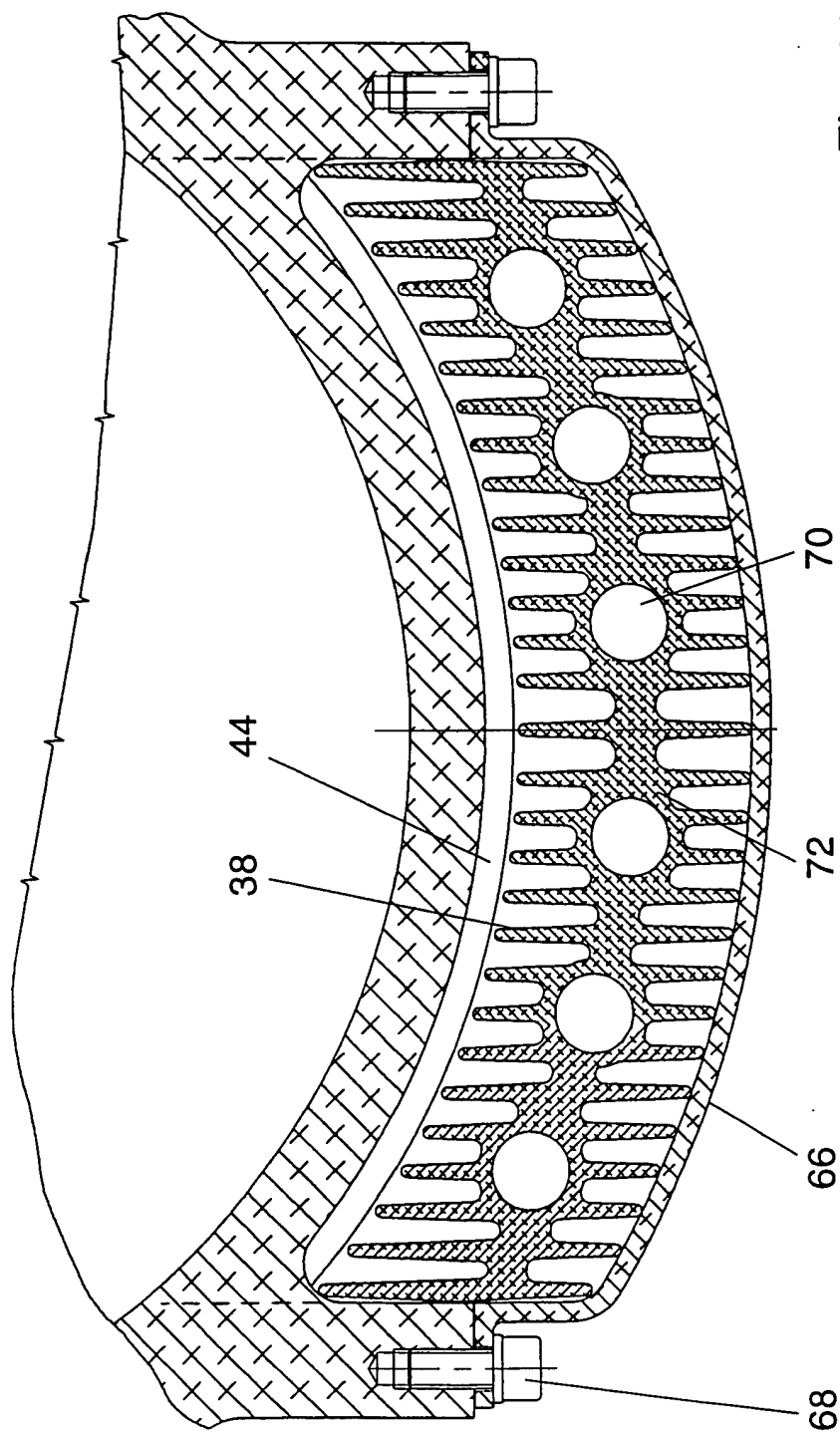


Fig. 12